



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina Veterinaria

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

Caracterización morfológica del páncreas en alpacas (*Vicugna pacos*) en fetos del último tercio de gestación y neonatos

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Franck Adriel CASANOVA VÁSQUEZ

ASESOR

Alexander Humberto CHÁVEZ REÁTEGUI

Lima, Perú

2016



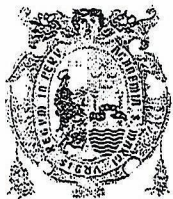
Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Casanova F. Caracterización morfológica del páncreas en alpacas (*Vicugna pacos*) en fetos del último tercio de gestación y neonatos [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2016.



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO**

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día martes 06 de diciembre de 2016, a las 12:00 horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° 126-EAPMV/FMV-2016, integrado por los siguientes profesores:

MIGUEL ANGEL ARA GÓMEZ	Presidente del Jurado
ALEXANDER CHÁVEZ REÁTEGUI	Asesor de la Tesis
ROSA PERALES CAMACHO	Miembro del Jurado
MILUSKA NAVARRETE ZAMORA	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, el Bachiller Don: CASANOVA VÁSQUEZ, FRANCK ADRIEL para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL PÁNCREAS EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) EN FETOS DEL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN Y NEONATOS”

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su APROBACIÓN por UNANIMIDAD, otorgándole la nota de DIECISIETE (17).

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las 12:54 horas, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

Miguel Angel Ara Gómez: PhD. Prof. Principal, D.E.

Alexander Chávez Reátegui: MV. Prof. Auxiliar, T.C.

Rosa Perales Camacho: MSc. Prof. Principal, D.E.

Miluska Navarrete Zamora: MV. Prof. Asociado, T.C.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Padres Lucho y Emilia por la confianza depositada en mí y el apoyo incondicional para poder cumplir mis sueños, siendo mi motivación para seguir y hacer el mejor esfuerzo cada día, muchas gracias.

A mis amigos y amigos de aula con quienes compartí muchas aventuras durante tantos años, en esta hermosa carrera.

A esa persona especial que me acompañó casi toda la carrera, por su paciencia, comprensión y su apoyo constante, siendo el complemento perfecto.

Finalmente, al Dr, Ramiro Oballe por la formación profesional y personal que me dio junto a un gran amigo Elvis Lorgio.

Gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco al Dr. Alexander Chávez Reátegui, mi director de tesis, a la Dra. Miluska Navarrete Zamora por el enorme apoyo y paciencia que me brindaron para culminar esta tesis, muchas gracias.

Le agradezco a cada uno de los integrantes del Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre quienes participaron en el desarrollo de esta tesis, Dra. Nieves Sandoval Chaupe, al Dr. Alberto Sato Sato y al Dr. Francisco Santos Rueda.

A mi alma mater, la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por la formación profesional que me ha brindado. A todos mis compañeros, amigos y hermanos que conocí en esta hermosa facultad, por los momentos compartidos y amistad brindada.

Al Convenio 097-2014-FONDECYT-DE del FONDECYT por el financiamiento de la tesis.

CONTENIDO

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE CUADRO	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
Generalidades	2
Taxonomía	3
1. Características anatómicas del páncreas	3
Topografía	3
1. Color y forma	3
2. Sistema de conductos	4
3. Irrigación	4
4. Inervación	5
2. Histología del páncreas	5
1. Porción exocrina	5
1 Acinos Secretores	5
2 Célula secretora	6
3 Inervación	6
4 Conductos excretores	6
2. Porción endocrina	7
3. Función del páncreas	8
1. Función exocrina	8
2. Función endocrina	8
4. Páncreas en la etapa prenatal y neonata	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
1. Materiales	
1 Material biológico	11

2	Materiales de Laboratorio	11
2.	Metodología	12
IV. RESULTADOS		
1.	Macroscópica	14
2.	Microscopia	18
V. DISCUSIÓN		30
VI. CONCLUSIONES		33
VII. LITERATURA CITADA		34
VIII APENDICE		39

RESUMEN

El mayor porcentaje de muertes en alpacas se concentra en la etapa neonatal, siendo los primeros 30 días son los más críticos; la alpaca, al igual que otras especies en la etapa de lactación, es muy susceptible a sufrir trastornos metabólicos que pueden ocasionar la muerte del animal. Por ello el presente estudio tiene como objetivo identificar y describir las características macroscópicas y microscópicas de la anatomía del páncreas de la alpaca en fetos del último tercio de gestación y neonatos, ya que existe poca información acerca de la anatomía del páncreas de la alpaca. Para el estudio se utilizó 21 animales: 3 fetos del último tercio de gestación, 3 con 0 días de nacidas, 5 con 7 días de nacidas, 5 con 15 días de nacidas y 5 con 30 días de nacidas, a las cuales se les tomo medidas biométricas (longitud corporal, altura a la cruz, perímetro torácico y perímetro abdominal) a su vez también se registró edad y peso vivo. En la evaluación macroscópico se observó el páncreas *in situ*, conductos y su relación con otros órganos; los cual se hallaron similares al de las alpacas adultas; en el estudio microscópico se realizaron técnicas histológicas rutinarias en los fetos y los recién nacidos, el páncreas presenta una citoarquitectura celular definida, formada por acinos tubulares de citoplasma acidófilo, elongado de núcleos basales e islotes irregulares (en cuanto a tamaño y forma), además de grupos celulares no diferenciados. Esta citoarquitectura varia en la primera semana de edad, donde la conformación de los acino e islotes es irregular, presentando una alta tasa de división celular y gran cantidad de células precursoras distribuidas por todo el campo, la actividad celular disminuye con la edad, encontrándose en los animales de 30 días de nacidas una citoarquitectura bastante similar al de las alpacas adultas.

Palabras Clave: Alpaca, morfología, páncreas

ABSTRACT

The highest percentage of deaths in alpacas is concentrated in the neonatal period, where the first 30 days are the most critical. The alpaca at the stage of lactation -like any other animal- is very susceptible to develop metabolic disorders that can result in death. Therefore the present study aims to identify and describe the macroscopic and microscopic features of the Alpaca's pancreas anatomy in fetuses during the last third of gestation and infants. Because there is few literature about the alpaca's pancreas anatomy. The sample for this study consisted of 21 animals as follows: 3 alpacas fetuses in the last third of gestation, 3 alpacas age 0 days old, 5 alpacas with 7 days old, 5 alpacas with 15 days old and 5 alpacas with 30 days old, measurement of this sample was biometric (body length, height at withers, chest circumference and abdominal circumference) and also records of the age and weight of the alive animals has been kept. In the macroscopic study, the pancreas was observed in situ, pancreatic ducts and its relationship with other organs. All those found similar to adult alpacas. For the microscopic study, it was made some routine histological techniques. The pancreas in fetuses and newborns presented a defined cytoarchitecture cellular formed by tubular acini of acidophilic cytoplasm, elongated basal nuclei and irregular islets (in terms of size and shape) plus undifferentiated cell groups. This cytoarchitecture varies in the first week of age, where the formation of acini and islets are irregular. It showed a high rate of cell division and a large amounts of precursor cells distributed throughout the field. The cellular activity decreases with age. Animals with 30 days old have one cytoarchitecture cellular quite similar to adult alpacas.

Keywords: Alpaca, morphology, páncreas

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Edad y Biometría promedio	12
Cuadro 2. Diámetro biparietal y edad gestacional	12
Cuadro 3. Medida y peso del páncreas.	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Órganos abdominales <i>in situ</i>	13
Figura 2 .Medicion del páncreas	13
Figura 3. Pesaje del páncreas	13
Figura 4. Ancho del páncreas	13
Figura 5. Cuerpo del páncreas en relación al píloro	14
Figura 6. Ubicación del lóbulo derecho	15
Figura 7. Ubicación del lóbulo izquierdo	15
Figura 8. Conducto hepatopancreático	16
Figura 9. Capsula rodeada por mesotelio	18
Figura 10. Capsula y los tabiques de tejido conectivo	18
Figura 11. Vasos sanguíneos y nervios	19
Figura 12. Tejido conectivo formando los pseudolobulos	19
Figura 13. Acinos citoplasma alongados de forma tubular	20
Figura 14. Islote pequeño	20
Figura 15.Acinos glandulares y un conducto interlobulillar	21
Figura 16. Nidos celulares	21
Figura 17: Islote no definido y células en migración	22
Figura 18. Cordones celulares formando islotes	22
Figura 19. Acinos glandulares con núcleo central	23
Figura 20. Núcleos en forma de estrella, en huso y picnoticos	24
Figura 21. Células redondas a poliédricas, globosas de citoplasma basófilo	24
Figura 22. Fibroblastos entre los acinos glandulares	24
Figura 23. Islote con núcleos picnoticos y marginación de la cromatina	25
Figura 24. Pequeño islote, alrededor células no diferenciadas	25
Figura 25. Acino glandular	26
Figura 26. Islote de Langerhans nodular nodular	26
Figura 27. Triada conformada por arteria, conducto y nervio	27
Figura 28. Islote de Langerhans	27

Figura 29. Células centroacinares	28
Figura 30. Conducto intralobulillar	28
Figura 31. Conducto intrerlobulillar	29
Figura 32. Conducto hepatopancreático	29
Anexo 1. Edad y Biometría de los animales en estudio	39
Anexo 2. Medida y peso del páncreas de los animales en estudio	40

I. INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos son especies nativas de la región alto andina del Perú y otros países de América del Sur. El valor económico de estos animales en las sociedades campesinas es muy importante, ya que son el principal medio de utilización productiva de extensas áreas de pastos naturales en estas zonas, donde no es posible la agricultura ni la crianza exitosa de otras especies de animales domésticos.

Uno de los principales problemas en la crianza de la alpaca es la alta tasa de mortalidad en los primeros días de vida. Esta mortalidad se debe a muchos factores, siendo los problemas digestivos los de mayor importancia.

A pesar de ello existen pocos estudios sobre el tubo gastroentérico y glándulas anexas de las crías de alpacas. El presente trabajo busca aportar una visión morfológica macroscópica y microscópica del páncreas de la alpaca antes del nacimiento y en sus primeros días de vida; con el propósito de incrementar la información anato- histológica para su posterior aplicación en la fisiología y en el entendimiento de la hiperglicemia en los primeros días de vida.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Generalidades

En la actualidad el Perú es el principal productor de alpacas, albergando más del 85%, representado por 3 596 753 alpacas (Portal Agrario, 2009), casi el 100% de la población de alpacas se encuentra en la sierra de Perú (INEI, 2012).

Las alpacas son animales que tienen gran importancia en la economía del pequeño productor altoandino, los cuales cuentan con el 85% de la producción nacional (INIA, 2006). Esto brinda una alternativa de ingreso económico ante las especies pecuarias tradicionales que no tienen un rendimiento eficiente en la altura, aportando entre el 70 a 80% de sus ingresos generados en base a la venta de carne, fibra y reproductores (Portal Agrario, 2009).

La fibra proveniente de la cría de alpaca es la de mayor finura, y por consiguiente de mayor valor (FAO, 2005); sin embargo, no se alcanza un desarrollo económico óptimo en vista que la industria se ve limitada por diversos factores, como el alto índice de mortalidad neonatal (Ramírez, 1987; Ramírez y Ellis, 1988), siendo los primeros 30 días los más críticos (Ameghino y De Martini, 1991).

2. Taxonomía de la alpaca

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata Superclase: Tetrapoda

Clase: Mammalia

Subclase: Theria

Orden: Artiodactyla

Familia: Camelidae

Género: *Vicugna*

Especie: *Vicugna pacos* (Kadwell *et al.*, 2001)

3. Características anatómicas del páncreas.

3.1 Topografía del páncreas

Topográficamente, el páncreas de la alpaca difiere con las demás especies domésticas, se encuentra ubicado a nivel de la región del epigastrio dorsal, envuelto y fijado a los órganos que lo rodean por el mesoduodeno, omento mayor, ligamento gastroesplénico y mesocolon (Panesi, 2016). Su extremidad anterior se encuentra a nivel de apófisis transversa de la vértebra dorsal. Su extremidad posterior llega hasta la 4ta y 5ta apófisis transversa de las vértebras lumbares. La parte media se halla debajo de la 1ra y 3ra vértebra lumbar (Málaga, 1976).

En los rumiantes, caballo y el cerdo se encuentra desviado hacia el lado derecho de la región sublumbar, en el caballo se halla situado debajo de la 17 vertebra dorsal (Sisson y Grossman, 2000), en el vacuno y en el cerdo se halla ventralmente de la 1 a la 3 vértebra lumbar, en la oveja se halla a la altura de la 13 costilla y la 1 lumbar (Frandsen, 1967).

3.2 Color y forma

El color del páncreas varía en animales domésticos, fue descrito de color amarillo pardo rosáceo o amarillento en bovinos (Dyce *et al.*, 1987), de color rojo o rojizo en equinos (Sisson y Grossman, 2000) y de color rosado gris en el camello (Alí y Masaad, 2007). En camélidos sudamericanos tiene una estructura lobulada de un color amarillo pálido (Navarrete y Sato, 2010). Panesi (2016) describe que el páncreas de la alpaca tiene una coloración rosa pálido.

En cuanto a la lobulación del páncreas, está claro que hay un acuerdo general en que el páncreas se compone de un lóbulo izquierdo, un lóbulo derecho y un cuerpo. Sin embargo, se observan diferencias dentro de estos lóbulos. Un lóbulo derecho largo y un lóbulo izquierdo corto fue

reportado en rumiantes (Dyce *et al.*, 1987); mientras que el páncreas en equinos presenta un lóbulo izquierdo largo y un lóbulo derecho corto (Sisson y Grosseman, 2000). En cerdos el páncreas consiste de un cuerpo largo y dos pequeños lóbulos (Konig *et al.*, 2004). El páncreas en los camélidos sudamericanos es similar a otros mamíferos (Cebra *et al.*, 2006; Fowler, 1998). En los camélidos sudamericanos se observa un gran desarrollo del lóbulo izquierdo y reducción del lóbulo derecho (Ghezzi *et al.*, 2000).

El páncreas en los carnívoros tiene la forma clásica de “V” que consiste en dos extremidades que emergen del cuerpo (Konig *et al.*, 2004).

3.3 Sistema de conductos

En conformidad al origen dual de los primordios dorsal y ventral del páncreas, algunas especies tienen dos conductos pancreáticos, el conducto pancreático que desemboca en el duodeno o ir junto al conducto hepático y desembocar en la ampolla duodenal mayor y el conducto accesorio se puede encontrar en perros, caballos y en algunas ovejas (Konig *et al.*, 2004), en la alpaca hay ausencia del conducto pancreático accesorio (Ghezzi *et al.*, 2000 y Oushine y Zguigal, 1983).

La alpaca posee un solo conducto, similar al vacuno, ovino, cerdo y gato aunque estos desembocan directamente al duodeno, en la alpaca se une al conducto hepático (Málaga, 1976).

En la alpaca el origen del conducto hepatopancreático es variable ya que se puede dar por el ingreso del conducto hepático al parénquima del lóbulo derecho para salir por este mismo bajo el nombre de conducto hepatopancreático o se puede originar cerca al vértice del lóbulo derecho (Panesi, 2016).

3.4 Irrigación

La irrigación del páncreas en los animales domésticos está a cargo de las arterias celiaca y mesentérica craneal. El lóbulo derecho recibe de la arteria pancreática duodenal craneal, y el lóbulo izquierdo y el cuerpo están irrigadas por la arteria esplénica y la pancreática duodenal (Konig *et al.*, 2004).

3.5 Inervación

El páncreas de los animales domésticos tiene inervación parasimpática y simpática, la inervación parasimpática proviene del tronco vagal y la simpática del plexo solar (Konig *et al.*, 2004).

4. Histología del páncreas

El páncreas es una glándula con función endocrina y exocrina, compuesta por cuatro componentes: el tejido exocrino, los conductos, las células endocrinas y el tejido conectivo. Estos elementos están relacionados íntimamente en ontogenia, anatomía, histología y función (Huaynates, 2015).

El páncreas de la alpaca está formado por el estroma que los divide en lóbulos y lobulillos irregulares, ricos en vasos sanguíneos, conductos excretores y algunas células adiposas de núcleo periférico. El parénquima básicamente lo forma los adenomeros y los islotes de secreción interna, encontrándose estos con mayor predominio en la región posterior de la glándula (Málaga, 1976).

4.1 Porción Exocrina

Esta porción está hecha de unidades secretoras y un sistema de ductos. En los rumiantes la unidad exocrina es túbulo acinar (Stinson y Calhoun, 1981) y en los camellos la unidad también túbulo acinar pero con la porción acinar más desarrollada en cuanto a tamaño (Alí y Masaad, 2007).

El páncreas exocrino se halla dividido en lóbulos y lobulillos por medio de tabiques muy delgados que proceden del tejido conectivo que rodea al órgano (cápsula) y penetran su interior junto con los vasos sanguíneos y nervios. Cada lobulillo pancreático está constituido por un conjunto de acinos glandulares (Difiori, 1986).

En la alpaca la cápsula está formada por delgadas fibras colágenas propias del tejido conectivo laxo de haces ordenadas con arteriolas, vénulas y capilares, y en ciertas zonas se observa tejido adiposo y paquetes nerviosos. Los tabiques son ramificaciones provenientes de la capsula que delimitan los lóbulos y lobulillos, constituyen en si el estroma inter e intralobulillar con fibras laxas y densa, donde se hallaron los vasos sanguíneos, conductos excretores de diversos tamaños y formas, ganglios y fibras nerviosas (Málaga, 1976).

4.1.1 Acinos Secretores

Los acinos pancreáticos constituyen el 90% de la glándula encargados de la elaboración y expulsión de los productos de secreción que son conducidos a través de los conductos excretores hacia la mucosa duodenal (Málaga, 1976).

El acino tiene una forma casi esferoidal a poliédrica, esparcidos irregularmente, con lumen poco perceptible, apreciados en cualquier sección transversal y algo alargada cuando el plano es

longitudinal (Málaga, 1976), en el podemos considerar una pared propia, células secretoras y centroacinares (Difiori, 1986) y se encuentra tapizado por una fina membrana de tejido conectivo laxo de fibras colágenas denominada lamina propia.

4.1.2 Célula secretora

El epitelio secretor generalmente tiene forma piramidal con un núcleo esférico cerca de la base de la célula (Stison y Calhoun, 1981). En la alpaca presenta forma piramidal y generalmente cada acino contiene 5 a 8 células epiteliales en un solo orden que convergen hacia el lumen, donde se encuentran las células que revisten la luz del adenomero procedentes de los segmentos intercalares, cuyos núcleos son alargado cubiertos por gránulos (Málaga, 1976).

4.1.3 Inervación

En el páncreas de la alpaca se han hallado fibras nerviosas y ganglios intrapancreáticos parecidos a los animales domésticos, en cambio no se han observado fibras sensitivas representadas por los corpúsculos de Vater Paccini. (Málaga, 1976).

4.1.4 Conductos excretores

El origen y distribución de los conductos en la alpaca es idéntica a la descrita en animales domésticos (Málaga, 1976). El sistema de conductos comienza con las células centro acinares, las cuales se encuentran en el lumen de los acinos (Sultan, 1999; Longncker, 2014), seguido de un conductillo intercalar estrecho, con epitelio bajo, desemboca en los conductos lobulillares. La reunión de los conductos lobulillares (intralobulillares) forma los interlobulillares y la de estos los conductos colectores principales (Difiori, 1986).

Los conductos intralobulillares y los interlobulillares, de diámetro variable, tienen siempre luz relativamente amplia. Están cubiertos por un epitelio simple, cubico o prismático que reposa sobre una membrana basal, y una capa externa de tejido conectivo denso (Difiori, 1986). En el camello el conducto intralobulillar comienza con un epitelio cubico y después cambia a epitelio cubico estratificado (Sultan, 1999). En ratas y ovejas el epitelio es columnar con células caliciformes y glándulas mucosas (Gemmell y Heath, 1973).

En llamas, el conducto hepatopancreático se halla tapizado por epitelio cilíndrico simple, sin células caliciformes. Sobre el pliegue duodenal se observa mayor desarrollo glandular, aumentando su espesor. El epitelio cilíndrico es más alto, más acidófilo y se invagina formando glándulas rodeadas de tejido conectivo. Las glándulas son tubulares con células acidófilas y basófilas, ricas en mucopolisacáridos. (Ghezzi *et al.*, 2000). El epitelio cilíndrico simple presenta micro vellosidades (Panasi, 2016).

4.2 Porción Endocrina

Las células endócrinas están reunidas en pequeños grupos, los islotes de Langerhans, que aparecen dispersos entre el tejido exócrino. Se encuentran rodeados por una fina malla de fibras reticulares y se encuentran muy vascularizados (Lis *et al.*, 2003).

Los islotes son fácilmente ubicados en ambos lóbulos y se encuentran al azar sin relación alguna con el sistema de conductos y su distribución es uniforme, lo cual es similar en otras especies (Cebra *et al.*, 2006, Hazelwood, 1989; Xu, 1999) estos están ubicados en el tejido intralobular y no en el interlobular como en el ganado vacuno (Cebra *et al.*, 2006; Bonner-Weir y Like, 1980).

En fetos, los islotes están en contacto cercano con los conductos, pero ellos están más separados de los conductos en neonatos y adultos. En adultos, el 50% de los islotes permanece cerca de los conductos (Watanabe *et al.*, 1999).

Los islotes de Langerhans en el páncreas de la alpaca, se localizan en mayor cantidad en la parte posterior de la glándula, formados por cordones celulares, cuya morfología en tamaño, localización y cantidad son diferentes (Málaga, 1976).

Los diferentes tipos celulares del islote pueden ser distinguidos con tinciones especiales. En estos días la inmunohistoquímica es usada casi exclusivamente (Huaynates, 2015).

5. Función del páncreas

5.1 Páncreas exocrino

Consiste en la secreción del jugo pancreático por medio de los acinos glandulares. El jugo pancreático consta de proteasas (tripsina, quimotripsina), lipasas y amilasas (segregadas por las células de los acinos), así como de agua y bicarbonato (segregada por las células de los conductos excretores más finos) (Climent, 2005).

El jugo pancreático es un líquido incoloro, densidad entre 1.007 y 1.035 según la concentración de proteínas, con pH alcalino, que contiene principalmente dos tipos de secreciones: la enzimática y la hidroelectrolítica. La enzimática es la causante de la hidrólisis de las sustancias nutritivas de los alimentos, mientras que la hidroelectrolítica actúa como vehículo de las enzimas y proporcionando un medio alcalino, necesario para la actuación de las enzimas. Para ello se precisa la neutralización del quimo ácido procedente del estómago que entra en el duodeno, gracias a la alta concentración de bicarbonato tan característica de esta (Sastre *et al.*, 2005).

5.2 Páncreas endocrino

El páncreas endocrino (Islotes de Langerhans) controla los niveles de glucosa en la sangre y liberan hormonas en el torrente sanguíneo para mantener la homeostasis estable de la glucemia. Los Islotes de Langerhans son pequeñas estructuras complejas, responsables de mantener la homeostasis de la glucosa. Estos tipos celulares están caracterizados por la morfología que les confiere sus gránulos secretorios (Huaynates, 2015). Se pueden identificar tres tipos principales: células alfa, beta y delta, que son irregulares, y se encuentran mezcladas y dispersas por todo el islote (Cabrera *et al.*, 2006). Además, hay otros tipos celulares en menor proporción, como las células de secreción de polipéptido (células F) pancreático (PP) y las células dendríticas (Leprini *et al.*, 1987).

Las células alfa secretan glucagón en respuesta a un descenso de la glucemia, las células beta, secretan insulina, que disminuye los niveles de glucosa en sangre, favoreciendo su entrada en el músculo y tejido adiposo e inhibiendo la liberación de glucosa del hígado, las células delta secretan somatostatina que es un péptido sintetizado también por neuronas hipotálamicas y por células endocrinas de la mucosa intestinal (Kitabchi, 2009). Las células F secretan polipéptido pancreático que promueve la saciedad, disminuyendo la cantidad de alimento ingerido, regula la contracción de la vesícula biliar y al páncreas exocrino. (Sam *et al.*, 2015).

El metabolismo de la glucosa en camélidos no es del todo explicado, se sabe que las llamas y alpacas mantienen niveles altos de glucosa en sangre, sobre todo en los primeros días de vida. Estudios realizados por Cebra *et al* (2001) muestran que las crías de las llamas presentan tolerancia a la glucosa y sensibilidad a la insulina. Huaynates (2015) menciona que hay una fuerte relación directa entre los niveles de glucosa en sangre Materno-fetal de la alpaca con el número y diámetro de los Islotes de Langerhans.

6. Páncreas en la etapa prenatal y neonata

En el feto el páncreas se origina de dos esbozos del revestimiento endodérmico del duodeno. El esbozo pancreático derecho (dorsal) se sitúa en el mesenterio y el izquierdo (ventral) guarda relación con el conducto del colédoco (Lis *et al.*, 2003) que posteriormente se fusionan y conforman lo que será el cuerpo de la glándula (Lis *et al.*, 2003). El esbozo ventral forma casi toda la cabeza de la glándula, mientras que el esbozo dorsal genera el resto de la cabeza, el cuerpo y la cola de órgano. Los conductos excretores primitivos se fusionan. Así el conducto ventral del páncreas más la parte distal del conducto dorsal, forman el conducto principal de Wirsung, mientras la parte proximal del conducto dorsal del páncreas forma el conducto accesorio de Santorini. Mientras el páncreas crece, en el espesor del mesodermo se forman cordones macizos que se ramifican en forma de racimo de uva, luego adquieren una luz central y se convierten en conductos tributarios de los conductos principales (Arenas *et al.*, 2005).

Las capsulas y los tabiques de tejidos conectivos del páncreas derivan del mesodermo circundante. Los primeros rudimentos de los Islotes de Langerhans son brotes macizos que surgen de la pared de los conductos más delgados luego se desprenden y se tornan en grupos celulares independientes diseminados entre las estructuras excretoras y secretoras del páncreas exocrino, las células alfa, beta, y delta características de los Islotes de Langerhan se diferencian tempranamente (Arenas *et al.*, 2005). Todas las células de los islotes provienen de células progenitoras pluripotentes, tanto en el desarrollo como más adelante. El desarrollo de las células endocrinas del páncreas depende de una compleja acción secuencial de varios factores de transcripción que garantizan la organogénesis normal y la posterior diferenciación de los diversos tipos de células endocrinas. (Wang *et al.*, 2001).

Los islotes se desarrollan a partir de la proliferación celular de los brotes pancreáticos primitivos (igual que los acinos exocrinos). Ello hace que se puedan desarrollar nuevos islotes a partir del parénquima exocrino (neogénesis insular) y viceversa (retrogénesis insular) (Climent, 2005).

Huaynates (2015) determinó en los fetos de la alpaca la presencia de páncreas endocrino desde el primer tercio de gestación al identificar el número y diámetro de los Islotes de Langerhans, siendo estos valores significativos en el último tercio de gestación, lo que indica que el proceso de diferenciación celular en el páncreas endocrino comienza en la etapa fetal. La identificación de las células beta en cuyes desde el primer día de edad mediante la tinción específica de Tricrómico de Gomori, indica, en forma similar a la mayoría de mamíferos, que el proceso de diferenciación celular en el páncreas endocrino comienza en la etapa fetal (Rodríguez *et al.*, 2012a).

En terneros el páncreas es un órgano rudimentario al momento del nacimiento, en el corte histológico lo único que se identificó fue tejido conjuntivo areolar y tejido graso (Lis *et al.*, 2003); en cuyes de 1 a 15 días de edad el número de células beta de los Islotes de Langerhans en el páncreas se incrementaron con la edad (Rodríguez *et al.*, 2012b); Estos resultados guardan una estrecha relación con el estudio de Skau *et al.* (2001), quienes al evaluar la masa y el volumen del páncreas endocrino en la etapa postnatal de ratas determinaron una relación directa con la edad de los animales. Asimismo, en cerdos, el volumen promedio de las células beta aumentó progresivamente en el periodo postnatal, llegando a una meseta a los 60 días de edad (Bock *et al.*, 2003). En estudios recientes realizados por Rodríguez *et al* (2015) se determinó que el número y tamaño de los Islotes de Langerhans en alpacas de 0 a 45 días de nacidas incrementan con la edad neonatal y las células dentro del islote no muestran un crecimiento significativo en tamaño con la edad del animal.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

1.1 Material Biológico

Se emplearon 21 crías alpacas de raza Huacaya, con las cuales se trabajó en estación experimental IVITA-MARANGANÍ de la provincia de Canchis en el departamento del Cusco las cuales se dividieron en los siguientes grupos.

- Grupo 1: 3 fetos en el último tercio de gestación.
- Grupo 2: 3 con 0 días de edad.
- Grupo 3: 5 con 7 días de edad.
- Grupo 4: 5 con 15 días de edad.
- Grupo 5: 5 con un mes de edad.

1.2 Materiales del Laboratorio

Luego las muestras de los páncreas fueron trasladadas al Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la FMV-UNMM en Lima para su procesamiento, los materiales usados fueron:

- | | |
|---|---|
| • Equipo de disección | • Tinción hematoxilina de Mayer – Eosina. |
| • Cuchillos | • Tinción tricrómico de Masson. |
| • Guantes | |
| • Vernier digital | |
| • Formol bufferado al 10% | |
| • Pabilo | |
| • Bolsas hojas de bisturí # 21 | |
| • Microscopio | |
| • Programa de computador Leica Application Suite 4.7.1. | |

2. Metodología:

Se trabajó con hembras preñadas de características fenotípicas no deseadas obtenidas de comunidades alpaqueras con registro de empadre, de las cuales se obtuvieron los fetos en el último tercio de gestación y las crías hasta el mes de edad. Se procedió al registro de los animales, teniendo en cuenta la edad, sexo, peso, altura de la cruz, perímetro torácico, longitud corporal y perímetro abdominal, (cuadro 1). La edad gestacional en los fetos fue determinada utilizando como referencia las medidas biométricas fetales (Diámetro biparietal), las cuales siguen un patrón de desarrollo constante durante la etapa fetal (Gazitua *et al.* 2001), (cuadro 2).

Cuadro1. Edad y biometría promedio de los animales en estudio

Edad	Peso (Kg)	Altura (cm)	Largo (cm)	Pt (cm)	Pa (cm)
Feto	7.5	54.5	37	37	26.3
0 días	7	58.6	38.1	40.8	34
7 días	8.4	51.6	39	43.3	31.1
15 días	7.2	56.8	42.8	43	32
30 días	9.1	57.1	43	50	40.8

Pt: perímetro torácico, Pa: perímetro abdominal

Cuadro2. Diámetro biparietal y edad gestacional de los fetos

Fetos	BPD	Edad gestacional días
1	6	278
2	5.4	249.6
3	6.6	306.3

BPD: Diametro biparietal.

EDAD GESTACIONAL = $(BPD - 0.11376) \times 47.23287$

$r = 0.98$, $P < 0.001$

(r: Coeficiente de regresión; P : Significancia)

Con los cadáveres de los animales se procedió a la apertura de la cavidad abdominal, según los protocolos de necropsia convencionales, mediante una incisión desde el xifoides hasta la región púbica, luego otra incisión bordeando los arcos costales con el fin de exponer las vísceras y determinar la ubicación *in situ* del páncreas (Figura 1). Observando su color y relación con los órganos colindantes y vasos que lo irrigan. Luego de extraerlo se observó su forma, la medición del peso, longitud y ancho de cada lóbulo y del cuerpo (Figura 2, 3 y 4), también la ubicación, longitud, diámetro y desembocadura del conducto hepatopancreático.

Se realizaron tres cortes por cada lóbulo pancreático (extremo, medio y base), dos cortes por el cuerpo y uno el conducto hepatopancreático para ser conservadas en formol bufferado 10%, luego realizó cortes histológicos de 5 micras de espesor, con las siguientes tinciones: hematoxilina de Mayer – Eosina y tricrómico de Masson de acuerdo a los estándares descritos por Bancroft y Stevens (1996). Las láminas se examinaron en el Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria-UNMSM usando un microscopio marca Leica ICC50 y objetivos de 10x y 40x y las fotos fueron tomadas con el programa de computador Leica Application Suite 4.7.1.



Figura 1. Órganos abdominales *in situ*



Figura 2. Medición del lóbulo izquierdo en una cría de 1 día de nacida.



Figura 3. Pesaje del páncreas de una cría de 15 días de nacida.



Figura 4. Medición del ancho del lóbulo izquierdo de una cría de 15 días de nacida.

IV. RESULTADOS

1. Macroscopía

1.1 Ubicación, forma y relaciones:

El páncreas de la alpaca en todas las edades, se encuentra situado a nivel del epigastrio dorsal, este se encuentra totalmente cubierto por el peritoneo y adosado por ligamentos, fascias y omento a los órganos que lo rodean (mesoduodeno, omento mayor, ligamento gastroesplénico y mesocolon).

Presenta un color rosado pálido, de bordes irregulares y de apariencia lobular. La forma del páncreas asemeja a una “Y” invertida que va de craneal a caudal. Presenta un cuerpo, lóbulo derecho e izquierdo, siendo el lóbulo izquierdo más desarrollado. El cuerpo está situado caudalmente a la porción pilórica del estómago y a la porción craneal del duodeno (Figura 5).

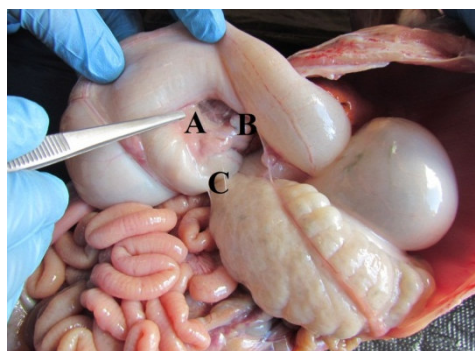


Figura 5. Alpaca de dos semanas de edad, se observa el cuerpo del páncreas caudal al píloro (A. cuerpo del páncreas, B. lóbulo izquierdo del páncreas, C. píloro).

El lóbulo derecho es más corto, se encuentra en el mesoduodeno y está relacionado con el hígado y acompaña al duodeno descendente en dirección caudal (Figura 6). Entre este lóbulo y el hígado se puede apreciar un par de nódulos linfoides.

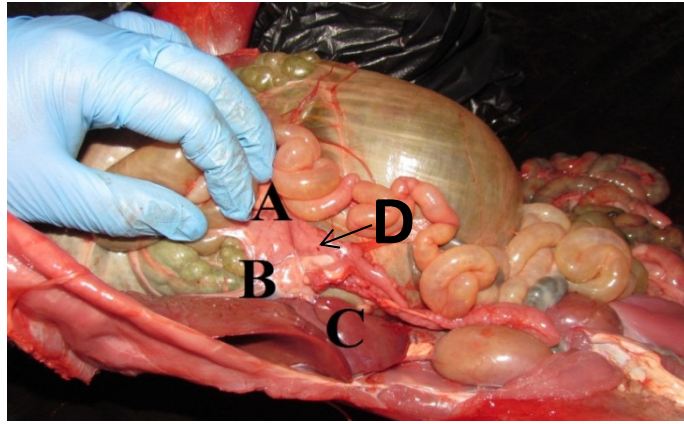


Figura 6. Alpaca de dos semanas de edad, se observa la ubicación del lóbulo derecho (A), y su relación con nódulos linfoides (B) y al lóbulo caudado del hígado (C) y se dirige caudalmente junto al duodeno descendente (D).

El lóbulo izquierdo es más largo y está relacionado a la cara visceral del compartimiento proximal del estómago, vena gastroesplénica, y caudalmente con el bazo y en mayor proporción al colon descendente (Figura 7).

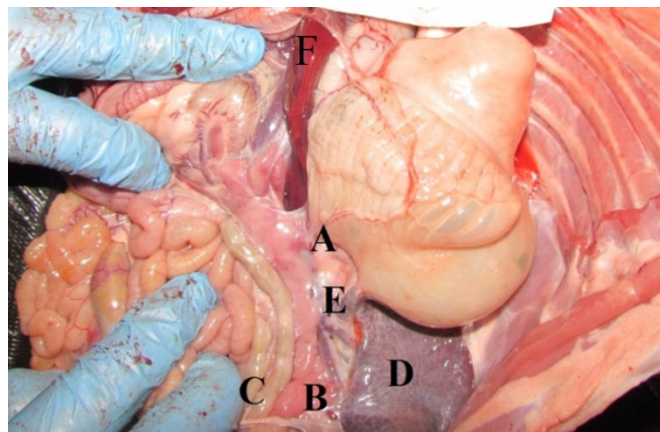


Figura 7. Alpaca de dos semanas de edad, se observa la ubicación de la base del izquierdo (A) y vértice del lóbulo izquierdo (B) colindando por el colon descendente (C) y el bazo (D) también se puede apreciar ramas vasculares esplénicas que recogen sangre del lóbulo (E) e hígado relacionado al lóbulo derecho (F).

La irrigación de este órgano está dada por la arteria pancreática duodenal craneal. La cual irriga al cuerpo y lóbulo derecho. La arteria pancreática duodenal caudal que irriga al lóbulo izquierdo junto con ramas provenientes de la arteria esplénica.

La innervación del páncreas está a cargo de las fibras autónomas que nacen del plexo iliaco. El lóbulo derecho y el cuerpo están innervados por el plexo hepático y el plexo mesentérico. El lóbulo izquierdo está innervado por el plexo esplénico.

1.2 Conducto hepatopancreático

El conducto pancreático en las diferentes edades emerge del lóbulo derecho, este recibe al conducto biliar denominándose conducto hepatopancreático que va por el borde mesentérico del duodeno proximal y desemboca en el pliegue duodenal (figura 8). En algunos individuos su origen se da por el ingreso del conducto hepático al parénquima del lóbulo derecho, recibiendo dentro parénquima a los conductillos pancreáticos para salir por este mismo bajo el nombre de conducto hepatopancreático.

El conducto hepatopancreático tiene una longitud promedio 0.9 cm y ancho promedio de 2.17 mm en el último tercio de gestación, llegando a tener una longitud promedio 1.5 cm y un ancho promedio de 2.6 mm al mes de edad (Cuadro 3).

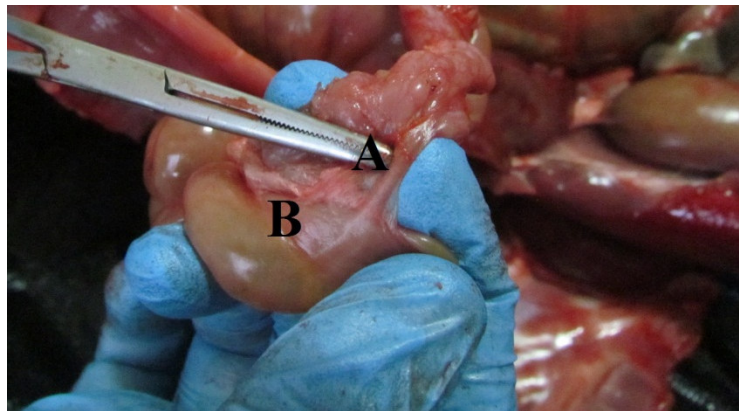


Figura 8. Alpaca de 1 semana de edad, se observa el conducto hepatopancreático (A) que emerge del lóbulo derecho y desemboca ampolla duodenal (B).

1.3 Mediciones

Como se observa en el cuadro 3, el lóbulo izquierdo es más desarrollado que el lóbulo derecho teniendo una longitud promedio mayor en cada grupo. Según la tabla se puede apreciar un crecimiento del tamaño de las diferentes partes del páncreas siendo el crecimiento más significativo en el cuerpo, duplicando su peso al mes de edad, el peso del páncreas en relación al peso de animal va desde 0.08 a 0.1 % en los fetos del último tercio de gestación incrementándose y llegando al 0.15-0.18% al mes de edad.

Cuadro 3. Medida y peso promedio del páncreas.

Edad	Peso (g)	LARGO (cm)				ANCHO (mm)								
		LI	LD	C	CP	Lle	LIm	LTb	LDe	LDm	LDb	Ce	Cb	CP
Feto	6.63	7.00	4.6	1.8	0.9	5.43	7.22	5.09	6.26	4.62	7.07	5.58	4.79	2.17
0 días	6.1	7.7	2.8	1.3	1.2	9.4	8.2	7.4	10.4	8.0	7.2	5.6	7.1	1.7
7 días	8.0	8.3	3.6	2.6	1.1	9.8	6.9	7.2	7.1	7.3	7.5	7.8	7.9	1.9
15 días	12.7	7.5	3.5	2.3	0.5	9.3	9.7	10.3	10.8	15.9	15.8	7.1	8.4	1.8
30 días	13.2	9.9	4.4	4.0	1.5	12.0	9.5	8.8	9.6	11.4	11.0	7.8	8.5	2.6

LI: lóbulo izquierdo, LD: lóbulo derecho, C: cuerpo, CP: conducto, Lle: lóbulo izquierdo externo, LIb: lóbulo izquierdo base, LIm: lóbulo izquierdo medio, LDe: lóbulo derecho externo, LDb: lóbulo derecho base, LDm: lóbulo derecho medio, Ce: cuerpo externo, Cb: cuerpo base, CP: conducto pancreático

2. Microscopía

El páncreas está rodeado por una fina capa de tejido conectivo y revestido por un mesotelio de células planas (Figura 9), esta capa se invagina formando tabiques con un conectivo más laxo, penetrando y formando los lóbulos y pseudolóbulos (Figura 10), en esta capa o membrana externa también se observan pequeños vasos sanguíneos y nervios (Figura 11). Los tabiques contienen fibras colágenas, que rodean los vasos sanguíneos, paquetes nerviosos y los conductos (Figura 12). Esta disposición la presentan todos los animales independientemente de la edad.

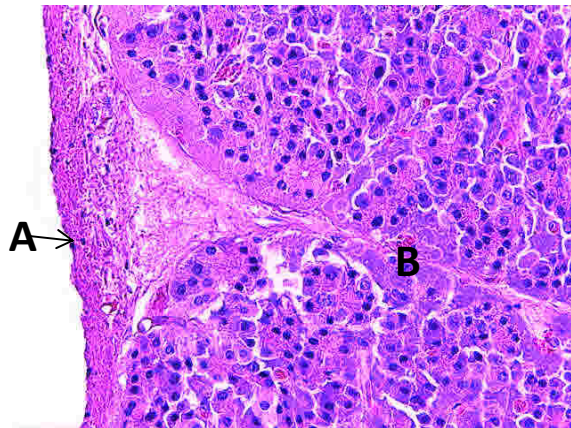


Figura 9. Alpaca de 1 mes de edad, se observa la cápsula, rodeada por mesotelio de células planas (A) y esta proyecta tabiques formados por tejido conectivo laxo que septa al parénquima pancreático (B) (H-E 400x).

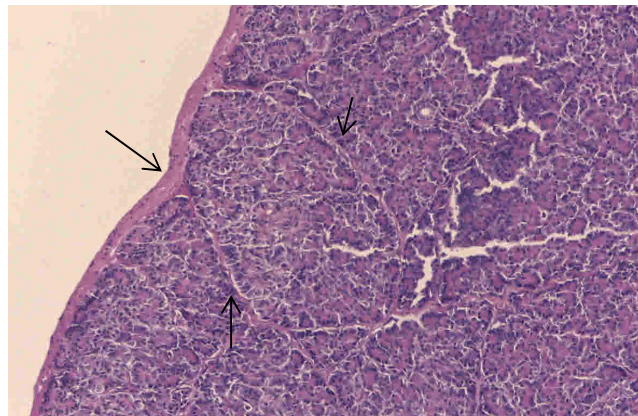


Figura 10. Alpaca de 15 días de nacida, las flechas indican la capsula la cual proyecta tabiques de tejido conectivo formando los pseudolóbulos (H-E100x).

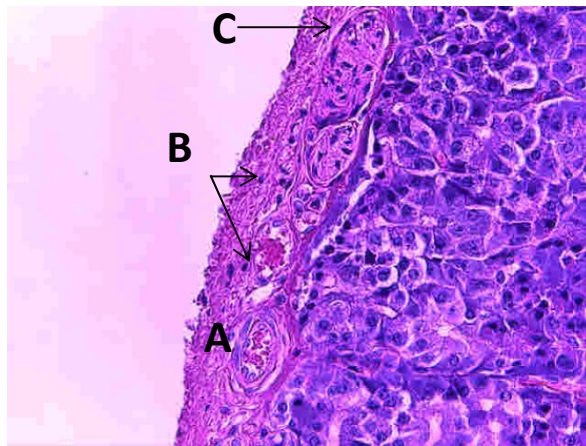


Figura 11. Alpaca de 0 días de nacida, se observa en la cápsula (A) en la cual se pueden encontrar vasos sanguíneos (B) y terminaciones nerviosas (C) (H-E 400x).

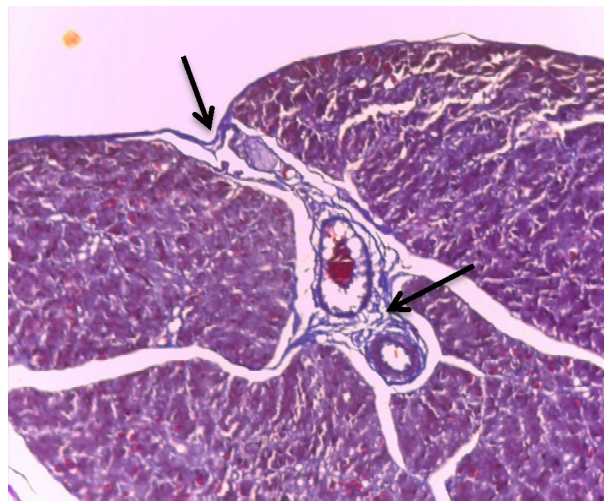


Figura 12. Alpaca de 1 mes de edad, las flechas muestran el tejido conectivo formando los pseudolóbulos y rodeando los vasos sanguíneos (tricromico de Masson 400x).

La porción exocrina y endocrina del páncreas presento diferencias estructurales según la edad:

Fetos en el último tercio de gestación

Porción Exocrina: Los acinos están conformados en forma tubular alargada, los núcleos de la célula secretora son basales, con citoplasma acidofilo, entre el tejido conectivo que está formado por fibras colágenas se encuentran células que aún no están diferenciadas (Figura 13).

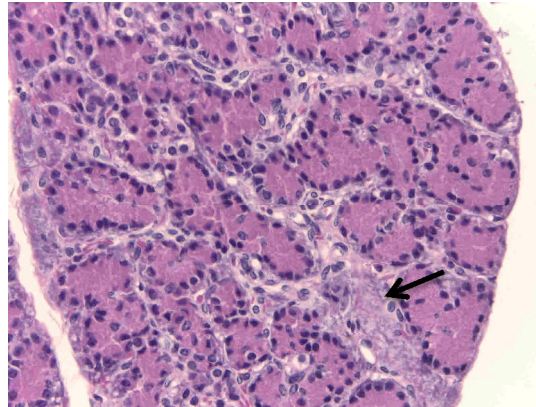


Figura 13. Se observa acinos citoplasma alargado de forma tubular, la flecha indica fibras colágenas formando el tejido conectivo (H-E 400x).

Porción endocrina: Los islotes son irregulares, el número de células que conforman los islotes es variable, las células que los conforman son pequeñas y redondas, de núcleo basófilo y citoplasma tenuemente basófilo (Figura 14).

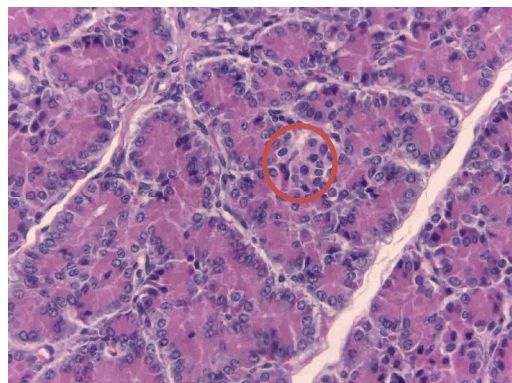


Figura 14. El círculo se observa un islote conformado por poca cantidad de células pequeñas de núcleo basófilo y citoplasma tenuemente basófilo (H-E 400x).

Animales 0 días

Porción Exocrina: Los acinos son largos y tubulares hay separación entre acinos, los núcleos de la célula secretora son basales y el citoplasma acidófilo (Figura 15). En la capsula se encuentran células que aún no se diferencian que se distribuyen formando nidos celulares, los núcleos de estas células se van juntando formando rosetas (Figura 16).

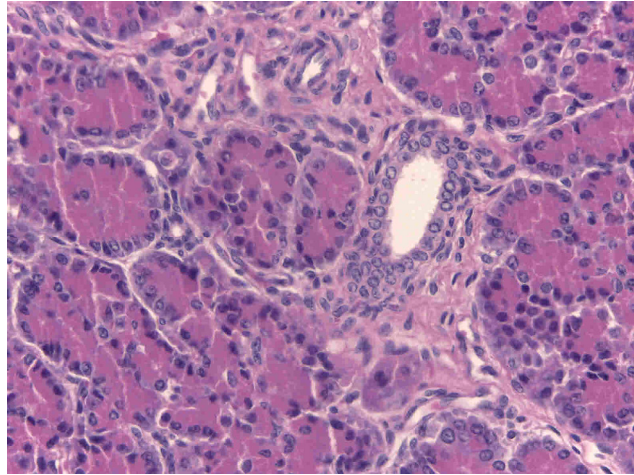


Figura 15. Se observa acinos glandulares alargados de forma tubular, siendo los núcleos de la célula secretora basales y un conducto interlobulillar rodeado por tejido conectivo (H- E 400x).



Figura 16. En el círculo se observa la presencia células no diferenciadas en la capsula formando nidos celulares (H-E 400x).

Porción endocrina: Los islotes son irregulares no definidos, formados por células de núcleo basófilo y citoplasma tenuemente basófilo, hay más separación entre las células de los islotes (Figura 17). En el parenquima se encuentran paquetes ordenados de células cúbicas que vienen desde un tabique y que migran hacia el centro y tienden a hacerse redondas, con tendencia a diferenciarse (Figura 18).

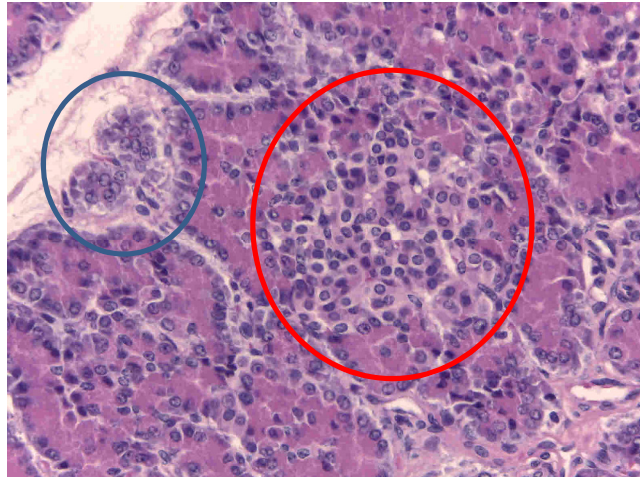


Figura 17. En el círculo se observa un islote no definido formado por células de núcleo basófilo y citoplasma tenuemente basófilo (H-E 400x).

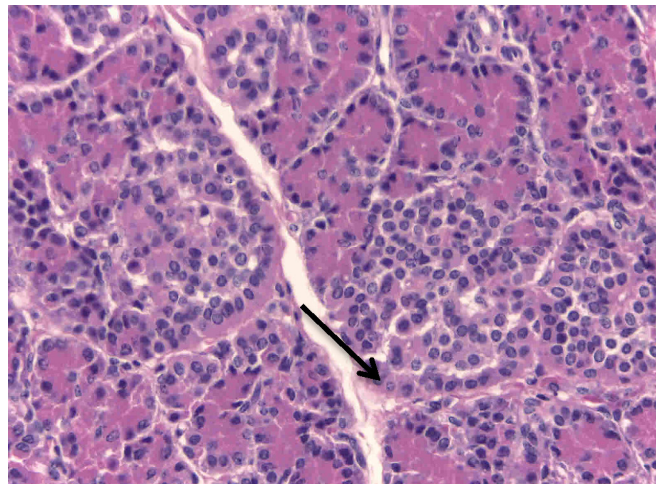


Figura 18. La flecha indica cordones celulares provenientes del tabique con tendencia a formar (H-E 400x).

Animales de 7 días

Porción Exocrina: Las células acinares presentan un núcleo central, dividiendo al citoplasma en una parte basofila basal y otra acidofila (Figura 19). Hay división celular, entre 10 a 12 células por campo, las figuras de mitosis están caracterizada por núcleos en forma de estrella, en huso e intensamente basófilo, también se observa núcleos con la cromatina dispersa. (Figura 20).

La conformación acinar es irregular, habiendo áreas donde no se ve el detalle celular, hay células redondas a poliédricas, globosas de citoplasma basófilo con núcleo hacia la luz formando un posible acino (Figura 21).

Se puede encontrar gran cantidad de tejido conectivo areolar, con acianos equidistantes ya conformados de citoplasma acidófilo y basófilo con núcleos centrales (Figura 22).

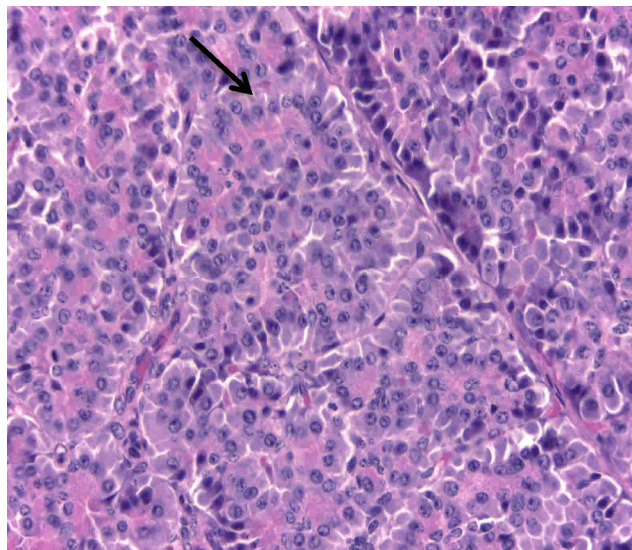


Figura 19. La flecha indica acinos glandulares con núcleo central dividiendo el citoplasma en una porción basófila basal y otra acidofila (H-E 400x).

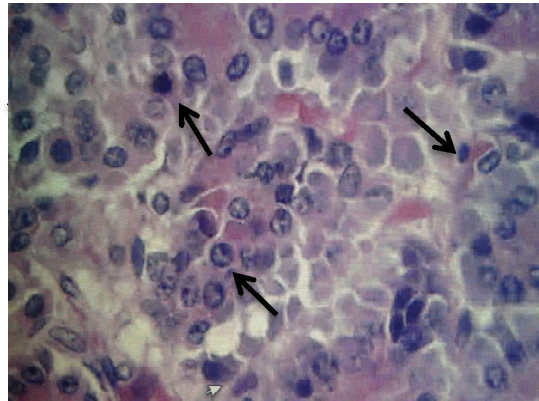


Figura 20. Las flechas indican figuras de mitosis donde se observan núcleos en forma de estrella, en huso y de cromatina dispersa (H-E 400x).

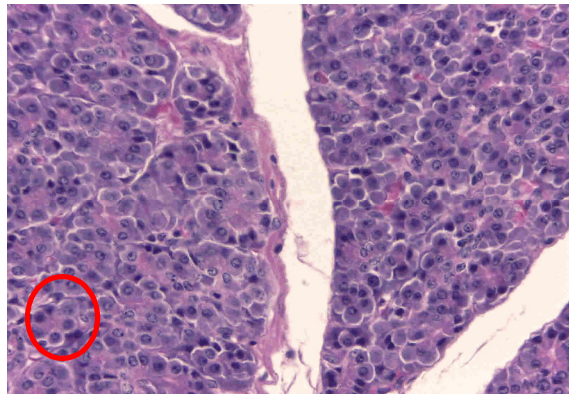


Figura 21. En el campo se observan células redondas a poliédricas, globosas de citoplasma basófilo formando futuros acinos (H-E 400x).

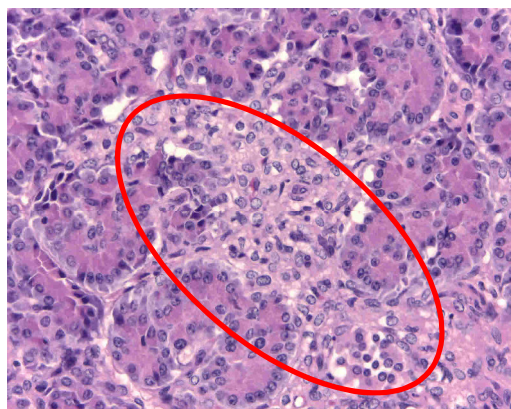


Figura 22. Presencia de tejido conectivo areolar entre los acinos glandulares (H-E 400x).

Porción Endocrina: Hay menor actividad celular a diferencia de las células acinares, las células de los islotes son redondas de citoplasma claro, en el núcleo se observa la cromatina dispersa y en otros condensación de la cromatina, en algunas áreas no hay detalle celular definido (Figura 23), grupos celulares se agrupan sin diferenciarse presentando un núcleo basófilo y citoplasma tenuemente basófilo (Figura 24).

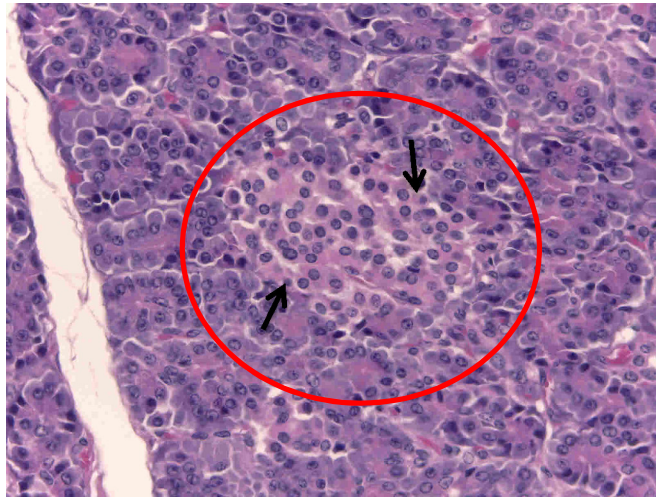


Figura 23. Islote; las flechas indican condensación de la cromatina y dispersión de la cromatina (H-E 400x).



Figura 24. El círculo muestra un pequeño islote y la flechas células no diferenciadas de núcleo y citoplasma basófilo (H-E 400x).

Animales de 15 días

Porción Exocrina: Entre los acinos se ven espacios discretos formado por tejido conectivo areolar, los acinos presentan en su mayoría un núcleo basales, pocos presentan núcleos ligeramente centrales separando el citoplasma celular en una porción basófila asociada a la base de la célula y otra acidofila en la cual se encuentran pocas granulaciones (Figura 25).

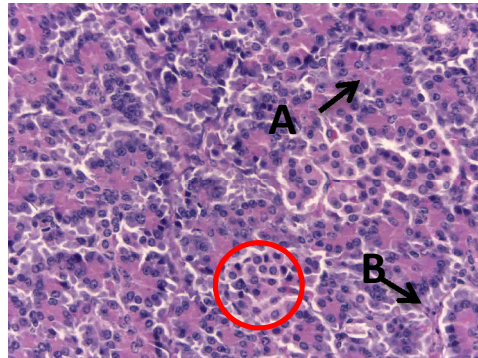


Figura 25. Las flechas indica un acinos glandulares con núcleo basal (A) y con núcleos centrales (B), en el círculo rojo se ve un pequeño islote (H-E 400x).

Porción Endocrina: Los islotes tiene la cromatina muy granular, citoplasma acidófilo tenue y encontrándose más claros (Figura 26), que son la mayoría, y otros más intensamente basófilos. En los núcleos más claros la cromatina se dispersa. Hay islotes de diferentes tamaños de pequeños a grandes siendo estos nodulares o irregulares.

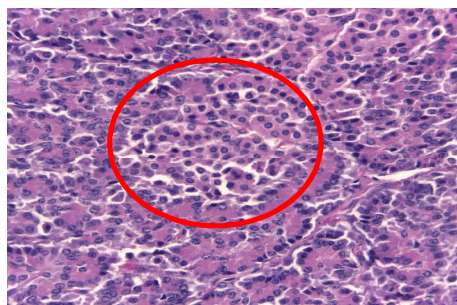


Figura 26. En el círculo rojo se observa un islote de Langerhans formado por células redondas de núcleo basófilo y citoplasma acidofiló (H-E 400x).

Animales de 30 días

Porción Exocrina: Los acinos son de forma y tamaño variable, pueden ser alargados a redondos, con un número variable de células, los acinos redondos pequeños están formado por un número promedio de 4-15 células, estas células son de morfología variable desde poliédricas hasta prismáticas, los núcleos son basales, ligeramente excéntricos, redondos, pocos núcleos varían en tamaño, el citoplasma que se asocia al núcleo es más basófilo, y el que se encuentra hacia la luz es más acidofilo, con presencia de finas granulaciones acidofilas (Figura 27).

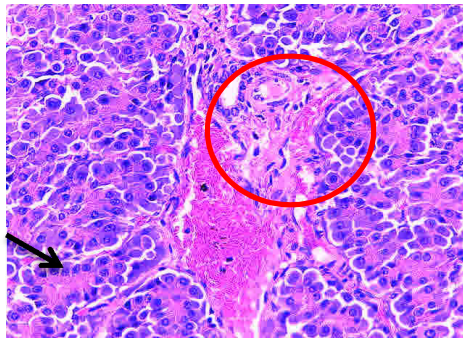


Figura 27: La flecha indica un acino glandular de núcleo basal y citoplasma acidofilo, en el círculo rojo se observa la triada (arteria, conducto y nervio) rodeada de tejido conectivo (H-E 400x).

Porción Endocrina: el islote se ve como un grupo celular no definido de células más pequeñas y redondas, en comparación a las células secretoras de los acinos, de núcleo bien basófilo y de citoplasma claro (Figura 28). Por lóbulo se pueden contar de 2 a 4 islotes.

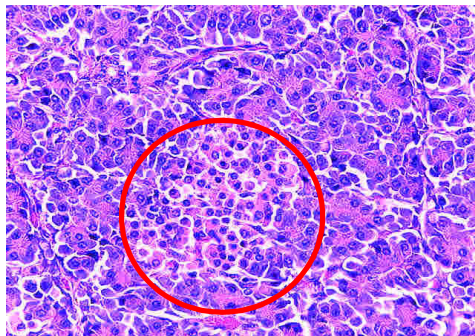


Figura 28. En el círculo rojo se observa un Islote de Langerhans formado por grupos células pequeñas y redondas de citoplasma acidófilo (H-E 400x).

Conductos

Células centroacinares: Las células se encontraron situadas en el lumen de los acinos, a partir de las cuales se forman los conductos intercalados. Estas células presentan un epitelio cubico simple (Figura 29).

Conductos intralobulillares: Presentan un epitelio cúbico simple, se encuentra distribuidos entre los acinos pancreáticos (Figura 30).

Conducto interlobulillar: Se encuentra en los tabiques del tejido conectivo, dependiendo a su tamaño se los puede encontrar con epitelio cúbico simple en conductos pequeños y en más grandes con un epitelio columnar (Figura 31).

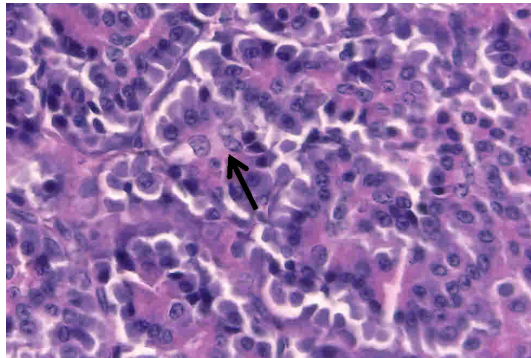


Figura 29. Alpaca de 15 días de nacida, la flecha indica células centroacinares formadas por células de epitelio cilíndrico simple (H-E 400x).

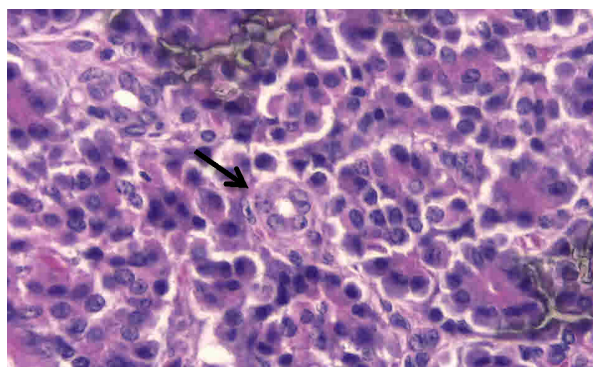


Figura 30. Alpaca de 15 días de nacida, la flecha indica un conducto intralobulillar formado por epitelio cubico simple (H-E 400x).

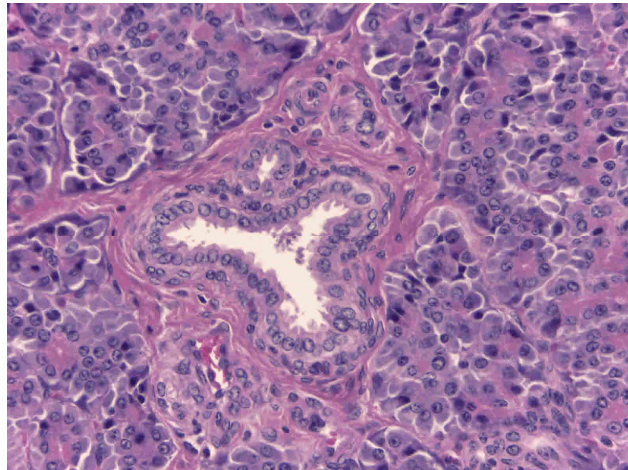


Figura 31. Alpaca de 7 días de nacida, en el campo se observa un conducto intrerlobulillar formado por epitelio cubico estratificado (H-E 400x).

Conducto Hepatopancreático:

Presenta una mucosa formada por epitelio columnar simple con micro vellosidades, en la submucosa se puede apreciar abundante cantidad de glándulas formadas por células piramidales cubicas con núcleos redondos basales, tejido conectivo de fibras principalmente de colágenas. Todo ellos rodeados por tejido muscular liso (Figura 32).



Figura 32. Alpaca de 1 mes de edad, conducto hepatopancreático, las flechas indican la gran cantidad de glándulas alrededor del conducto (H-E 100x).

V. DISCUSIÓN

La ubicación *in situ* del páncreas de las alpacas en el último tercio, en neonatas y juvenes es epigástrico dorsal, la cual difiere con las demás especies domésticas como lo menciona Málaga (1976). En carnívoros, rumiantes, cerdos y equinos el páncreas se encuentra en la línea media con una mayor porción de la masa hacia el lado derecho. Se encontró la misma ubicación en alpacas adultas en el estudio realizado por Málaga en 1976 y Panesi en el 2016.

La coloración del páncreas de la alpaca se ve de un rosa claro a un rosa intenso. Estudios realizados por Navarrete y Sato en el 2010 mencionan una coloración amarillo pálido. Panesi en el 2016 lo describe con un color rosa pálido. El color del páncreas de la alpaca difiere a la de los demás animales domésticas, siendo rojizo a rosa en el equino; amarillo rojizo en cerdos, amarillo pardo en bovinos y en camellos rosa grisáceo (Dyce *et al.*, 1987; Sisson y Grossman, 2000; Alí y Masaad 2007).

En el páncreas de la alpaca se diferencia un cuerpo, un lóbulo derecho y un lóbulo izquierdo más desarrollado, los cuales le dan la forma de “Y” invertida, la misma forma fue descrita por Málaga en 1976 y Panesi en el 2016 quienes estudiaron el páncreas de alpaca adulta y por Alí y Masaad en el 2007 al describir el páncreas del camello. En cuanto a su forma también difiere de las otras especies domésticas, en los carnívoros presentan una forma de “V”, los rumiantes presentan un

lóbulo derecho largo en comparación con el izquierdo, en el equino presenta un lóbulo izquierdo largo y un lóbulo derecho corto, en cerdos presenta un cuerpo largo y dos pequeños lóbulos (Dyce *et al.*, 1987; Sisson y Grossman, 2000; König *et al.*, 2004).

La alpaca posee un solo conducto pancreático, similar al vacuno, ovino, cerdo y gato (Málaga, 1976), en la alpaca el conducto pancreático antes de desembocar en el duodeno se une al conducto hepático para formar el conducto hepatopancreático. Ghezzi en el 2000 describe que conducto pancreático sale del lóbulo derecho del páncreas para unirse al conducto hepático, Alí y Masaad en el 2007 describen que en el camello el conducto hepático se introduce en el parénquima del lóbulo derecho del páncreas y luego sale como conducto hepatopancreático, estos dos orígenes fueron encontrados por Panesi en el 2016.

Histológicamente el páncreas está rodeado por una fina capa o capsula de tejido conectivo y revestido por un mesotelio, esta capa se invagina formando los lóbulos y pseudolóbulos en esta capa o membrana externa también se observan pequeños vasos sanguíneos y nervios. Los tabiques también contienen tejido adiposo, los vasos sanguíneos, las fibras nerviosas y los conductos, la misma disposición se encontró en las alpacas adultas en estudios realizados por Málaga en 1976 y Panesi en el 2016.

En los fetos y neonatos se observa una arquitectura celular definida de acinos largos, tubulares de núcleos basófilos, de pocos islotes grandes e irregulares, esta citoarquitectura cambia en los animales de 7 días de nacidos, donde hay evidencia de división celular por parte de los acinos y en menor medida por los islotes y gran cantidad de células no diferenciadas, en los animales de 15 días se observa una disminución de la actividad celular, en el páncreas hay predominio de acinos redondo con núcleo céntrico que divide al citoplasma en una porción basofila y otra acidofila, hay menor número de células no diferenciadas, en los animales de 30 días de nacidas, básicamente, la arquitectura celular es muy parecida a los animales adultos, la mayoría de los acinos.

Scaglia *et al.*, (1997) mencionan que el páncreas endocrino en la rata sufre una remodelación durante la segunda semana después del nacimiento, estos hallazgos concuerdan con los encontrados por Rodríguez *et al* (2015) donde menciona que el número de células en los islotes de la alpaca no presenta un cambio significativo con la edad, tal vez debido a que el tejido del islote se ‘diluye’ por el crecimiento posnatal exuberante del tejido exocrino después del nacimiento. Sin embargo, nuevas células surgen por neogénesis o diferenciación de las células endocrinas del islote del epitelio ductal o por la replicación de las células de islotes existentes.

Los conductos pancreáticos intercalares, intralobulillares, interlobulillares, presentan la misma citoarquitectura mencionada por Málaga en 1976 y Panesi en el 2016, estando formados por epitelio cubico simple y en algunos casos de conductos de mayor tamaño por epitelio columnar. El conducto Hepatopancreático es igual al descrito por Panesi (2016) en alpacas adultas, presentando una mucosa formada por epitelio cilíndrico simple con micro vellosidades, submucosa con abundantes glándulas, tejido conectivo y rodeado por tejido muscular liso.

VI. CONCLUSIONES

- El aspecto macroscópico del páncreas de la alpaca difiere a la de las demás especies domésticas en cuanto a color, forma y ubicación.
- El peso del páncreas va aumentando en relación al peso y la edad del animal, llegando a una relación parecida a la descrita en alpacas adultas al mes de edad.
- La irrigación e inervación del páncreas es similar a otras especies domésticas.
- El conducto Hepatopancreático macroscópicamente es similar al descrito en alpacas adultas, al igual que en estas el origen puede variar según el individuo. Histológicamente también es similar al de las alpacas adultas.
- Microscópicamente el páncreas el en el último tercio de gestación y al nacer presenta una citoarquitectura definida, la cual entra en remodelación a la semana de edad y estableciéndose una arquitectura celular al mes de edad similar a la de los animales adultos.

VII. LITERATURA CITADA

1. **Ali G, Masaad, GAM. 2007.** A comparative morphological study on the Pancreas of the dromedary and the donkey. Thesis of the Requirement for the Degree of master of Veterinary Science. Faculty of Veterinary Medicine - University of Khartoum. Sudán. 160 p.
2. **Ameghino E, De Martini J. 1991.** Mortalidad en crías de alpacas. IVITA-PCAIRM: Lima. p 1-121.
3. **Arenas M, Arevalo J, Rocha J, Acosta M. 2005.** Aspectos embriológicos y morfológicos del páncreas. Revista de la Facultad de Ciencias de Salud. Universidad de Magdalena. p. 130-134.
4. **Bancroft JD, Stevens A. 1996.** Theory and practice of histological techniques. 4th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone. 766 p.
5. **Bock T, Kyhnel A, Pakkenberg B, Buschard K. 2003.** The postnatal growth of the b-cell mass in pigs. J. Endocrinology 179: 245-252.
6. **Bonner-Weir S, Like AA. 1980.** A dual population of islets of Langerhans in bovine pancreas. Cell and Tissue Research, 206(1), p 157–170.
7. **Cabrera O, Berman D, Kenyon N. 2006.** The unique cytoarchitecture of human pancreatic islets has implications for islet cell function. Proc Natl Acad Sci USA 103: 2334-2339
8. **Cebra CK, Bildfell RJ, Fischer KA. 2006.** Microanatomic features of pancreatic islets and immunolocalization of glucose transporters in tissues of llamas and alpacas. American Journal of Veterinary Research, 67(3), p 524–528.
9. **Climent P S. 2005.** Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos: conceptos básicos y datos aplicativos. 1º ed. Zaragoza. ACRIBIA, S.A. 423 p.
10. **Difiore, Mariano SH. 1986.** Diagnostico Histológico. 9º ed. Bueno Aires. El ateneo. 464 p.
11. **Dyce K. M, Sack WO, Wensing CJ. G. 1987.** Textbook of veterinary anatomy. W. B. Philadelphia: Saunders. 820 p.

12. **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005.** Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Perú. Proyecto de cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la región andina TCP/RLA/2914.
13. **Fowler ME. 1998.** Medicine and surgery of South American camelids : llama, alpaca, vicuña, guanaco, Iowa State University Press. 391 p.
14. **Frandsen RD. 1967.** Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Editorial internacional americana; S.A. Mexico. 428 p.
15. **Gazitua FJ, Corradini P, Ferrando G, Raggi LA, Parraguez VH. 2001.** Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). Anim Reprod Sci 66: 81-92
16. **Gemmell RT, Heath T.1973.** Structure and function of the biliary and pancreatic tracts of the sheep. Journal of anatomy, 115(Pt 2), p 221–36. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4271173>.
17. **Ghezzi MoID, Alzola RH, Lupidio MC, Massone A, Castro AN, Rodríguez JA. 2000.** Conducto hepatopancreático de la Llama (*Lama glama*). Revista chilena de anatomía, 18(1), 27-34.
18. **Hazelwood RL.1989.** Embryology and anatomical organization of the vertebrate pancreas. In: The endocrine pancreas. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc, 1989;9–15.
19. **Huaynates J. 2015.** Asociación entre el desarrollo del páncreas endocrino fetal y los niveles de glucosa séricos fetal y maternal en alpacas. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 55 p.
20. **INIA. instituto nacional de innovación agraria. 2006.** Proyecto Camélidos. Lima. [Internet], [15 de marzo 2009]. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0021/PROYECTO%20CAMELIDOS.htm>
21. **INEI. instituto nacional de estadística e informatica.2012.** Resultados definitivos. IV censo nacional agropecuario 2012. 2013: 18

22. **Kadwell MM.2001.** Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca." Proceedings of the Royal Society of London Royal Society, London, UK (2001. 268: 1485): 2575-2584.
23. **Kitabchi AE.2009.** Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. In Diabetes Care. pp. 1335–1343.
24. **König HE, Liebich HG, Bragulla H. 2004.** Veterinary anatomy of domestic mammals : textbook and colour atlas. New York: Schattauer. 681 p.
25. **Leprini A, Valente U, Celada F. 1987.** Morphology, cytochemical features and membrane phenotype of HLADR interstitial cells in the human pancreas. *Pancreas* 2: 127135.
26. **Lis A, Barra F, Beltramino F, Peralta C. 2003.** Páncreas: diferencias microestructurales y de indicadores funcionales. Sitio argentino de producción animal. [Internet]. [29 de marzo 2003]. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/destete/58-pancreas.pdf
27. **Longnecker DS. 2014.** Anatomy and Histology of the Pancreas. Pancreapedia: The Exocrine Pancreas Knowledge Base. Department of Pathology, Geisel School of Medicine at Dartmouth. Lebanon. p 1-26.
28. **Málaga J. 1976.** Descripción anatomo-histología del páncreas de la alpaca. Tesis de Médico Veterinario. Puno: Univ. Técnica del Altiplano. 43 p.
29. **Navarrete M, Sato A. 2010.** Aspectos Anatómicos de la cría de alpaca. En: Sanidad de alpacas en la etapa neonatal. Manual para estudiantes y profesionales de veterinaria. España: Complutense. p 51 – 62.
30. **Oushine A, Zguigal H. 1983.** La conformation extérieure et la lobation du foie du dromedaire (*Camelus dromedarius*). *Zentbl. Vet. Med. C. Anat. Hist. Embryol.*, 12:25-32, 1983.
31. **Panesi G. 2016.** Estudio Morfológico del páncreas en Alpacas (*Vicugna pacos*) Jóvenes y adultas. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 42 p.
32. **Portal Agrario. 2009.** Lima: Ministerio de Agricultura [Internet], [15 marzo 2009]. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe>

33. **Ramírez A, Ellis R. 1988.** Nuevos conceptos sobre la enterotoxemia y la colibacilosis en alpacas. Rev Camélidos Sudam 6: 9-1
34. **Ramírez A. 1987.** Alpaca *Clostridium perfringens* type A enterotoxemia: purification and assays of the enterotoxin. PhD Thesis. USA: Colorado State University. 201 p.
35. **Rodríguez J, Cueva S, Lira B, Espinoza J, Vásquez M. 2012a.** Desarrollo postnatal del páncreas endocrino de cuyes (*Cavia porcellus*) lactantes Rev Inv Vet Perú 2012; 23(1): 13-19
36. **Rodríguez J, Cueva S, Lira B, Espinoza J, Vásquez M. 2012b.** Identificación inmunohistoquímica de transportadores de glucosa intestinal y absorción de glucosa durante el desarrollo y maduración del intestino delgado de crías de alpacas. Rev inv vet Perú 2012; 23 (2): 126-137
37. **Rodríguez J, Cueva S, Lira B, Espinoza J, Vásquez M. 2015.** Desarrollo de los islotes de Langerhans en páncreas de alpacas neonatas. Rev inv vet Perú 2015; 26 (3): 381-388.
38. **Sam AH. 2015.** Circulating pancreatic polypeptide concentrations predict visceral and liver fat content. Journal of clinical endocrinology and metabolism, 100(3), p 1048–1052.
39. **Sastre J, Sabater L, Aparisi L. 2005.** Insuficiencia pancreática exocrina. ¿cómo se produce? ¿cuándo y cómo diagnosticarla? ¿cómo tratarla? Fisiología de la secreción pancreática. Estructura del páncreas exocrino. Gastroenterol hepatol, 28(2), p 3–9.
40. **Sisson S, Grossman JD. 2000.** Anatomía de los animales domésticos. 5º ed. Madrid. Salvat; S.A. 1335 p.
41. **Scaglia L, Cahill C, Finegood D, Bonner-Weir S. 1997.** Apoptosis participates in the remodeling of the endocrine pancreas in the neonatal rat. Endocrinology 138:1736-1741. doi:10.1210/endo.138.4.5069.
42. **Skau M, Pakkenberg B, Buschard K, Bock T. 2001.** Linear correlation between the total islet mass and the volume-weighted mean islet volume. Diabetes 50: 1763-1770.
43. **Stinson AI, Calhoun ML. 1981.** Digestive system. In: Textbook of Veterinary Histology. Dellmann and Brown (Eds) Second Edition. Lea and Febiger: Philadelphia. p 207-209.

44. **Sultan HS. 1999.** Some morphological studies on the pancreas of the camel (*Camelus dromedarius*). M. Sc. Thesis, University of Khartoum. 160 p.
45. **Wang H, Maechler P, Rütz-Laser B, Hagenfeldt K, Ishihara H, Philippe J, Wollheim C. 2001.** Pdx1 level defines pancreatic gene expression pattern and cell lineage differentiation. J Biol Chem 276: 25279-25286.
46. **Watanabe T, Yaegashi H, Koizumi M, Toyota T, Takahashi T. 1999.** Changing distribution of islets in the developing human pancreas: A computerassisted three-dimensional reconstruction study. Pancreas. 18: 349-54.
47. **Xu RJ, Wang T, Zhang SH. 1999.** Functional structure and growth of the pancreas in postnatal growing animals. In: Biology of the Pancreas in Growing Animals. Developments in Animal and Veterinary Sciences 28. Amsterdam: Elsevier, p 15–26.

VIII. APÉNDICE

Anexo 1. Edad y Biometría de los animales en estudio

Código	Sexo	Edad	Peso (Kg)	Altura (cm)	Largo (cm)	Pt (cm)	Pa (cm)
G4-1	Hembra	Feto	9	57	35	40	29
G4-2	Macho	Feto	7	56.5	40	37	24.5
G4-3	Hembra	Feto	6.5	50	36	34	25,5
Promedio			7.5	54.5	37	37	26.3
G5-1	Hembra	RN	8	57	39	42	37
G5-2	Hembra	RN	7	66	39	40	28
G5-3	Hembra	RN	6	53	36.5	40.5	37
Promedio			7	58.6	38.1	40.8	34
G6-1	Hembra	1 semana	7	52	40	31	29
G6-2	Macho	1 semana	5	39	32	35	25
G6-3	Hembra	1 semana	11	60	49	52.5	32.5
G6-4	Macho	1 semana	9	57	38	48	35
G6-5	Hembra	1 semana	10	50	36	50	34
Promedio			8.4	51.6	39	43.3	31.1
G7-1	Macho	2 semanas	7	60	42	43	32
G7-2	Hembra	2 semanas	8	58	38	42	31
G7-3	Hembra	2 semanas	6	55	44	43	28
G7-4	Macho	2 semanas	7	59	49	42	31
G7-5	Hembra	2 semanas	8	52	41	45	38
Promedio			7.2	56.8	42.8	43	32
G8-1	Macho	1 mes	6.5	55	40	43	30
G8-2	Hembra	1 mes	9	57	43	51	47
G8-3	Hembra	1 mes	11	62.5	48	52	37
G8-4	Macho	1 mes	11	58	53	60	56
G8-5	Hembra	1 mes	8	53	31	44	34
Promedio			9.1	57.1	43	50	40.8
Pt: Perímetro torácico, Pa: Perímetro abdominal							

Anexo 2. Medida y peso del páncreas de los animales en estudio

Código	Peso (g)	LARGO (cm)					Ancho (mm)							
		LI	LD	C	CP	Lle	LIm	LTb	LDe	LDm	LDb	Ce	Cb	CP
G4-1	5.89	8	5	1.5	0.6	6.09	7.48	4.97	6.37	4.66	7.15	5.23	4.32	1.66
G4-2	5.69	6	5	1.5	1	5.02	6.98	4.86	6.17	4.33	7.01	5.35	4.82	2.44
G4-3	8.30	7	4	2.5	1.1	5.18	7.21	5.45	6.24	4.87	7.06	6.16	5.24	2.40
Prom.	6.63	7.00	4.6	1.8	0.9	5.43	7.22	5.09	6.26	4.62	7.07	5.58	4.79	2.17
G5-1	7.7	7	2.5	2	0.5	12.53	9.59	8.81	11.43	7.17	7.16	5.35	7.15	1.41
G5-2	5.5	9	4	1.5	2	5.39	7.49	6.95	12.16	9.71	8.38	5.05	4.58	1.4
G5-3	5	7	2	0.5	1	10.15	7.54	6.42	7.52	7.2	6.14	6.50	9.50	2.4
Prom.	6.1	7.7	2.8	1.3	1.2	9.4	8.2	7.4	10.4	8.0	7.2	5.6	7.1	1.7
G6-1														
G6-2	7.2	6	3	2	1	8.33	6.55	8.39	5.19	7.40	7.81	9.28	9.50	1.39
G6-3		9	4	2	0.5									1.76
G6-4	8.8	9	4	3.5	1	10.58	7.78	6.13	10.9	8.16	7.72	7.08	7.11	2
G6-5	7.9	9	3.5	3	2	10.38	6.25	7.09	5.32	6.23	7.06	7.11	7.09	2.5
Prom.	8.0	8.3	3.6	2.6	1.1	9.8	6.9	7.2	7.1	7.3	7.5	7.8	7.9	1.9
G7-1														
G7-2	11	7	4	2.5		8.16	10.83	9.82	9	15.83	15.6	4.5	5.74	
G7-3														
G7-4														
G7-5	14.3	8	3	2	1	10.53	8.54	10.77	12.52	15.91	16	9.67	11.02	1.79
Prom.	12.7	7.5	3.5	2.3	0.5	9.3	9.7	10.3	10.8	15.9	15.8	7.1	8.4	1.8
G8-1														
G8-2	12.4	7	5	4		8.94	8.56	8.06	9.41	9.11	13.13	9.24	10.04	
G8-3	14.1	10.5	4.5	3	2	13.53	7.79	5.87	7.27	9.97	11.06	5.94	9.68	1.78
G8-4	13.3	11.5	4	5	2	12.74	10.29	8.71	11.10	9.80	10	8.87	7.87	1.96
G8-5	13.1	10.5	4	4	0.4	12.73	11.20	12.5	10.43	16.58	9.88	7.08	6.47	4.02
Prom.	13.2	9.9	4.4	4.0	1.5	12.0	9.5	8.8	9.6	11.4	11.0	7.8	8.5	2.6

LI: lóbulo izquierdo, LD: lóbulo derecho, C: cuerpo, CP: conducto, Lle: lóbulo izquierdo externo, LIb: lóbulo izquierdo base, LIm: lóbulo izquierdo medio, LDe: lóbulo derecho externo, LDb: lóbulo derecho base, LDm: lóbulo derecho medio, Ce: cuerpo externo, Cb: cuerpo base, CP: conducto pancreático